

Kdesign GmbH  
Röttgerweg 10  
51371 Leverkusen

19. Juni 2000  
Ne/sch (all01865)  
Q00529DE10

---

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung

---

Bezugszeichenliste

- 1 Blaskopf
- 2 Hauptkühlring
- 3 Hauptkühlgasstrom
- 4 Zusatzkühlring
- 5 Zusatzkühlgasstrom
- 6 Ringkanal
- 7 Folienschlauch
- 8 Gebläse
- 9 Einrichtung zu Kühlgassteuerung
- 10 Produktionsrichtung
- 11 Blaskopf
- 12 Hauptkühlring
- 13 Hauptkühlgasstrom
- 14 Zusatzkühlring
- 15 Zusatzkühlgasstrom
- 16 Ringdüse
- 17 Folienschlauch
- 18 Gebläse
- 19 Einrichtung zu Ventilsteuerung
- 20
- 21 Achse
- 22 Kalibrierkopf
- 23 Zuführstutzen
- 24 Ringdüse
- 25 Zuführstutzen
- 26 Einzeldüse

27	Zusatzkühlgasleitung
28	Zufuhrleitung
29	Steuerventil
30	
31	Meßeinrichtung
32	Drehkranz
33	Signalleitung
34	Steuer- und Regeleinheit
35	Steuerleitung
36	Steuerleitung
37	Zufuhrleitung
38	Ringdüse
39	Planfläche
40	Isolierscheibe
41	Planfläche
42	Radialkanal
43	Durchgangsloch
44	Zentrierklammer
45	Zwischensteg
46	Zentralöffnung
47	Innenkühlvorrichtung
48	Zusatzkühlring
49	Ringdüse
50	Ringdüse
51	Zufuhrraum
52	Abzugsrohr
53	Zusatzkühlgasstrom
54	Einzeldüse
55	Zufuhrleitung
56	Zylinderrohr
57	Durchgangsbohrung
58	Planfläche
59	Radialkanal
60	Planfläche
61	
62	Isolierscheibe

- 63 Trennsteg
- 64 Zentralöffnung

Mit der Verwendung von Zusatzkühlgasströmen auf der Außenseite und auf der Innenseite kann die Regelungsrate erhöht werden.

Vorteilhaft ist es bei einer Kühlgasausbringung auf der Außenseite und auf der Innenseite gegen den Folienschlauch in jedem Fall, wenn die Ausblaseebenen sowohl des Hauptkühlgasstromes als auch der Zusatzkühlgasströme innen und außen in im wesentlichen übereinstimmenden Ebenen liegen.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß jeweils Zusatzkühlgasströme mit übereinstimmender Umfangsposition auf der Außenseite und auf der Innenseite der Schlauchfolie gemeinschaftlich druckversorgt und mengenstromgeregelt sind. Die Zuführleitungen für Zusatzkühlgasströme mit gleicher Umfangsposition auf der Außenseite und auf der Innenseite des Folienschlauches werden hierbei als Verzweigungsleitungen von Leitungen mit einem gemeinsamen Volumenstromregелеlement ausgeführt. Hiermit wird zum einen der konstruktive Aufwand bezüglich der Druckversorgung und Regelungsvorrichtung für das Zusatzkühlgas gering gehalten, zum anderen die gewünschte Variation der regelbaren Kühlwirkung in den einzelnen Umfangsbereichen intensiviert.

Der Zusatzkühlring kann eine einstückige sogenannte Segment-scheibe von im wesentlichen gleichbleibender Dicke mit einer ebenen Stirnfläche umfassen, die am äußeren Umfang verteilte Zuführbohrungen hat, von denen einseitig offene Radialnuten ausgehen, die im wesentlichen bis zum inneren Umfang reichen, wobei die die Radialnuten aufweisende Stirnfläche an einer ebenen Gegenfläche eines Abschlußteils abdichtet anliegt. Dieses Abschlußteil kann insbesondere vom Hauptkühlring selber gebildet werden, dessen Unterseite die ebene Gegenfläche bildet, gegen die die Segmentscheibe verschraubt ist. Die Gegenfläche bildet hierbei mit den Nuten radiale Kühlgaskanäle in der Segmentscheibe, denen über Einzelstutzen an den Durchgangsbohrungen die separat geregelten Zusatzkühlgasströme zugeführt werden. Nahe dem Austritt können die einzelnen Kühlgaskanäle ineinanderübergehen.

Der Hauptkühlring selber kann entsprechend der bereits genannten bevorzugten Art der Kühlgasausbringung in zumindest zwei verschiedenen Ebenen angeordnete im wesentlichen parallel zur Wandung des Folienschlauchs gerichtet austretende Ringdüsen umfassen.

Ein innerer Zusatzkühlring für die Zufuhr von separaten Zusatzkühlgasströmen im Inneren des Folienschlauchs kann in ähnlicher Weise aufgebaut und in entsprechender Weise versorgt sein wie der erste Zusatzkühlring auf der Außenseite. Hierbei kann ein weiteres Gebläse und eine der Anzahl der Zusatzkühlgasströme entsprechende Anzahl von Volumenstromregelelementen und weiteren Zufuhrleitungen vorgesehen sein. Bevorzugt ist es jedoch, daß äußerer und innerer Zusatzkühlring mit Verzweigungsleitungen einer einheitlichen Druckluftversorgungs- und Regelungsvorrichtung für die Zusatzkühlgasströme mit korrespondierender Umfangslage verbunden sind.

Auch der weitere Zusatzkühlring kann als einstückige sogenannte Segmentscheibe gleichmäßiger Dicke mit einer ebenen Stirnfläche ausgebildet sein, die in diesem Fall am inneren Umfang verteilte Zuführungsbohrungen hat, von denen einseitig offene Radialnuten ausgehen, die bis zum äußeren Umfang reichen, wobei die die Radialnuten aufweisende Stirnfläche an einer ebenen Gegenfläche eines Abschlußteils abdichtend anliegt. Dieses Abschlußteil mit der Gegenfläche kann hierbei von einer Unterseite einer Innenkühleinrichtung im Inneren des Folienschlauches gebildet werden.

Gemäß der bereits genannten Form der Kühlmittelausbringung kann diese Innenkühleinrichtung in einer oder mehreren verschiedenen Ebenen liegende Ringdüsen umfassen, die in den Ebenen der Ringdüsen des Hauptkühlringes liegen, und ein zentrisches Luftabsaugrohr aufweisen, das in den Folienschlauch hineinragt. Eine derartige Innenkühleinrichtung kann aus einer Mehrzahl von übereinanderliegenden Ringscheiben aufgebaut sein, die mit Ausnahme einer Deckelscheibe untereinander gleich ausgeführt sein können.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Vorrichtungen sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

Es zeigen

Figur 1 den Blaskopf eines Blasfolienextruders mit einem Hauptkühlring und einem unterhalb davon, also in Herstellrichtung des Folienschlauches vor dem Hauptkühlring angeordneten Zusatzkühlring mit Gebläse und Regelelementen für eine separate Steuerung und Regelung der Zusatzkühlgasströme zum Zusatzkühlring in einer ersten Darstellung;

Figur 2 eine Draufsicht auf den Zusatzkühlring mit Gebläse und Regeleinrichtungen nach Figur 1;

Figur 3 einen Teilschnitt durch den Zusatzkühlring und den unteren Teil des Hauptkühlrings gemäß Schnittlinie III-III in Figur 2;

Figur 4 den Blaskopf eines Blasfolienextruders mit einem Hauptkühlring und einem unterhalb davon, also in Produktionsrichtung des Folienschlauches vor dem Hauptkühlring angeordneten Zusatzkühlring mit Gebläse und Meß- und Regelelementen für eine separate Steuerung und Regelung der Zusatzkühlgasströme zum Zusatzkühlring in einer zweiten ergänzten Darstellung;

Figur 5 den Blaskopf, den Hauptkühlring und den Zusatzkühlring mit entsprechenden Kühlgaszuführungen in vergrößertem Teilschnitt;

Figur 6 die Düsenaustritte an dem Zusatzkühlring nach Figur 5 als vergrößerte Einzelheit;

- Figur 7 ein Scheibenelement des Zusatzkühlrings nach Figur 5 in Draufsicht;
- Figur 8 den Blaskopf eines Blasfolienextruders mit einem Hauptkühlring und einem unterhalb davon, also in Produktionsrichtung des Folienschlauches vor dem Hauptkühlring angeordneten Zusatzkühlring sowie einem zusätzlichen Innenkühlring in einer dritten ergänzten Darstellung;
- Figur 9 den Blaskopf mit dem Hauptkühlring, dem Zusatzkühlring und dem Innenkühlring nach Figur 8 in vergrößertem Teilschnitt;
- Figur 10 die Austrittsdüsen des Zusatzkühlringes und des Innenkühlringes nach Figur 9 als vergrößerte Einzelheit.
- Figur 11 ein Scheibenelement des Innenkühlrings nach Figur 8 in Draufsicht;

Die Figuren 1 bis 3 werden nachstehend gemeinsam beschrieben.

Die gezeigte Vorrichtung umfaßt einen Blasfolienextruder mit einem Blaskopf 1, einem Hauptkühlring 2 für einen konstanten ringförmigen Hauptkühlgasstrom 3 und einen unterhalb des Hauptkühlringes 2 angeordneten Zusatzkühlring 4 für eine Zufuhr von separaten ringförmig gruppierten Zusatzkühlgasströmen 5 zur Kühlung eines aus einem Ringkanal 6 am Blaskopf 1 austretenden Folienschlauches 7. Zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils des Folienschlauches 7 ist eine Meß- und Regeleinrichtung vorgesehen, die die Foliendicke an dem Folienschlauch 7 oberhalb einer Einfriergrenze abtastet und die Zusatzkühlgasströme 5 in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt.

Der Zusatzkühlring 4 ist als Segmentscheibe ausgebildet und am Blaskopf 1 des Blasfolienextruders unterhalb des Hauptkühlringes 2 angeordnet, um so den größtmöglichen Einfluß auf die Reduzierung der Foliendickentoleranzen zu nehmen. Der Zusatzkühlring 4 ist dabei unmittelbar am Austritt des plastischen Folienmaterials aus dem Ringkanal 6 des Blaskopfes 1 montiert. Er ist als unabhängiges eigenständiges Konstruktionselement an den Hauptkühlring 2 angesetzt. Der Zusatzkühlring 4 ist mit einem Gebläse 8 für die Zusatzkühlgasströme 5 verbunden, wobei für die Aufteilung des von dem Gebläse 8 erzeugten Kühlgasstromes in einzelne separate Zusatzkühlgasströme 5 eine Einrichtung 9 vorgesehen ist, die aus einer Mehrzahl von Klappen und/oder Ventilen besteht und die außerhalb des und getrennt vom Hauptkühlring 2 angeordnet ist.

Diese Vorrichtung 9 erlaubt eine sehr genaue Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien.

Die Zusatzkühlgasströme 5 werden in Produktionsrichtung 10 des Folienschlauches 7 vor dem Hauptkühlring 2 zugeführt und direkt gegen den aus dem Blaskopf 1 austretenden Folienschlauch 7 gerichtet. Dabei werden die Zusatzkühlgasströme 5 vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring 4 durch die Vorrichtung 9 in ihrem Volumenstrom geregelt.

Zur Verbesserung der Dickentoleranzen der Blasfolie in Produktionsrichtung kann mittels dieser Vorrichtung 9 der von dem Gebläse 8 erzeugte Kühlgasstrom vor seiner Separierung in einzelne volumenregelbare Zusatzkühlgasströme 5 in seinem Gesamtvolumenstrom in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie andernfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.



Ebenso ist es aber auch in einer demgegenüber abgewandelten Form möglich, daß bei einem von dem Gebläse 8 kontinuierlich erzeugten Kühlgasstrom nach seiner Separierung in die einzelnen volumenregelbaren Zusatzkühlgasströme, die Eizelvolumenströme der Zusatzkühlgasströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf

der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie andernfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

In Figur 4 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung in gegenüber Figur 1 erweiterter Darstellung gezeigt, an der die folgenden Einzelheiten erkennbar sind. Ein Blaskopf 11 umfaßt einen Ringkanal 16, der mit vertikaler Mittelachse 21 oben aus dem Blaskopf austritt. Aus dem Ringkanal 16 tritt ein Folienschlauch 17 aus, der nach oben mit nicht näher dargestellten Mitteln abgezogen wird und durch innere Druckaufgabe mit hier nicht dargestellten Mitteln nach dem Austritt aus dem Ringkanal 16 aufgeweitet wird. Hierbei wird er von einem oberhalb des Blaskopfes liegenden Kalibrierkopf 22 gestützt und in seinem Enddurchmesser im wesentlichen definiert. Der Folienschlauch 17 wird ringförmig umschlossen von einem Hauptkühlring 12, dem ein im wesentlichen ringförmiger Hauptkühlgasstrom 13 entweicht, sowie einem unmittelbar darunter zwischen Blaskopf 11 und Hauptkühlring 12 liegenden Zusatzkühlring 14, dem einzelne Zusatzkühlgasströme 15 entweichen. Die Kühlgasströme 13, 15 wirken zum einen stabilisierend auf den sich in Erweiterung befindlichen Folienschlauch 17 ein, zum anderen kühlen sie das aus der Ringdüse 16 plastische Folienmaterial ab, bis in einer umlaufenden Einfrierzone die plastische Erweiterung des Schlauchmaterials infolge des Abkühlens beendet ist. Der Hauptkühlring 12 besteht im wesentlichen aus einem torusförmigen Hohlkörper, der einige umfangsverteilte Zufuhrstutzen 23 aufweist und zumindest eine Ringdüse 24, aus der der Hauptkühlgasstrom 13 möglichst gleichmäßig austritt.

Der Zusatzkühlring 14 besteht aus einem einstückigen Ringsegmentkörper, der eine Mehrzahl von Zuführstutzen 25 aufweist und der an seiner dem Folienschlauch 17 nahe liegenden Innenseite einzelne Austrittsdüsen 26 hat, aus denen einzelne regelbare Zusatzkühlgasströme austreten. Während die Zuführleitung zu den Stutzen 23 des Hauptkühlrings 12 nicht dargestellt sind, sind beispielhaft zwei Einzelleitungen 27 zu den Zuführstutzen 25 dargestellt. Diese Leitungen sind mit einer Vorrichtung 19 verbunden, die eine der tatsächlichen Anzahl der umfangsverteilten Leitungen 27 entsprechende Anzahl von Steuerventilen 29 umfaßt, von denen vier stellvertretend dargestellt sind, die alle von einem Gebläse 18 über eine Versorgungsleitung 20 druckluftbeaufschlagt sind. Oberhalb des Kalibrierkopfes 22 befindet sich eine berührungslose Dickenmeßeinheit 31, die auf einem koaxial zum Schlauch angeordneten Drehkranz 32 befestigt ist und die durch periodisches Umfahren des Folienschlauches 17 eine Dickenverteilungsmessung vornehmen kann. Zwischen den einzelnen Messungen der Umfangsdickenverteilung kann die Meßeinrichtung 31 ortsfest gehalten werden und eine Längsdickenverlaufmessung des Folienschlauches entlang einer Mantellinie vornehmen, wobei dieser Längsdickenverlauf repräsentativ für die Längsdickenveränderung des gesamten Schlauchumfanges ist. Wie durch eine Signalleitung 33 symbolisiert, wird das Ergebnis der Dickenmessung in einem Meß- und Steuergerät 34 verarbeitet, von dem eine Steuerleitung 35 zum Gebläse 18 und eine Steuerleitung 36 zur Vorrichtung 19 gehen. Mit der Steuerleitung 35 kann die Gebläseleistung 18 insgesamt variiert werden; über die Steuerleitung 36, die stellvertretend für eine Vielzahl von Steuerleitungen zu den einzelnen Steuerventilen 29 steht, kann der Öffnungsquerschnitt der üblicherweise pulsweitenmodulierten Steuerventile 28 einzeln verändert werden. Die Messung der Umfangsdickenverteilung wird umgesetzt in eine Regelung der einzelnen Zusatzluftströme 15. Die Messung des Längsdickenverlaufes dient zur Feststellung der Periode der Längsdickenänderung, wobei dann

antizipierend entgegensteuernd entweder die Leistung des Gebläses 18 verändert wird oder an den Steuerventilen 29 eine entsprechende periodische Korrektur überlagernd zum eigentlichen Steuerungsvorgang aufgeprägt wird.

In Figur 5 ist die Ringdüse 16 und die Kühlringe 12, 14 ähnlich Figur 4 in vergrößerten Teilschnitten gezeigt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern belegt, wobei hier verschiedene Merkmale konstruktiv ausgeführt sind. An einen der Zufuhrstutzen 23 schließt sich eine Zufuhrleitung 37 an. Es wird deutlich, daß der Hauptkühlring 12 als Hohlelement ausgebildet ist, das neben einem ersten Düsenaustrittsring 24 einen weiteren Düsenaustrittsring 38 umfaßt. Der Hauptkühlring 12 weist eine untere plane Fläche 39 zumindest in seinem Innenbereich auf, gegen den der Zusatzkühlring 14, der eine obere prinzipiell plane Fläche 41 hat, verschraubt ist. Im Zusatzkühlring 14 sind einzelne Radialnuten 42 ausgeführt, die radial außen über Durchgangslöcher 43 mit den einzelnen Anschlußstutzen 25 verbunden sind, während sie radial innen in den Zusatzdüsen 26 enden. Die Radialnuten 42 bilden mit der planen Fläche 39 die einzelnen Kühlgaskanäle. Der Zusatzkühlring 14 ist über Zentrierklammen 44 gegenüber dem Blaskopf 11 zentriert. Damit ist in gleicher Weise auch der mit dem Zusatzkühlring 14 verschraubte Hauptkühlring 12 gegenüber dem Blaskopf und der Ringdüse 16 zentriert. Im Bereich der Einzeldüsen 26 liegt eine Isolierscheibe 40 zwischen Blaskopf 11 und Zusatzkühlring 14.

In Figur 6 ist als vergrößerte Detailzeichnung in der gleichen Darstellung wie in Figur 5 der Blaskopf 11 mit dem Düsen Schlitz 16 erkennbar, aus dem der Folienschlauch 17 austritt, der hier vereinfachend mit gleichmäßiger Wandstärke dargestellt ist. Auf dem Blaskopf 11 ist die Isolierscheibe 40 sichtbar, darüber liegen der Hauptkühlring 12 mit den Ringdüsen 24, 38 und der darunter geschraubte Zusatzkühlring 14 mit einer Einzeldüse 26.

In Figur 7 ist der Zusatzkühlring 14 nach Figur 5 als Einzelheit in Draufsicht gezeigt. In einer im wesentlichen planen Flanschfläche 41 sind die bereits angesprochenen Radialnuten 42 erkennbar, die außen mit Abstand von der Umfangskante enden und mit den Durchgangslöchern 43 Verbindung haben und die nach innen in den voneinander durch Zwischenstege 45 getrennten Düsenöffnungen 26 enden. In der Mitte befindet sich die zentrale Durchtrittsöffnung 46 für den Folienschlauch.

In Figur 8 ist in weitgehend übereinstimmender Darstellung mit Figur 4 eine Vorrichtung in einer ergänzten Ausführung gezeigt, bei der die gleichen Einzelheiten wie in Figur 4 mit den gleichen Bezugsziffern belegt sind. Auf die dazu gegebene Beschreibung wird insoweit Bezug genommen. Innerhalb des Folienschlauches 17 befindet sich eine Innekühlvorrichtung 47, die auf den Blaskopf 11 aufgeschraubt ist und mehrere Elemente umfaßt, auf die nachstehend noch näher Bezug genommen wird. Am Umfang der Vorrichtung 47 befinden sich in verschiedenen Ebenen Ringdüsen 49, 50, die radial nach außen austreten. Diese werden über einen Innenhohlraum 51 mit Kühlgas versorgt, das über ein koaxiales zentrales Abzugsrohr 52 mit oben offenem Ende wieder abgesaugt wird. Zwischen Innekühlvorrichtung 47 und Blaskopf 11 ist ein weiterer Zusatzkühlring 48 eingesetzt, der eine Mehrzahl von inneren Zusatzkühlgasströme 53 über Einzeldüsen 54 erzeugt, die über einzelne Versorgungsleitungen 55 mit zusätzlichem steuerbaren Kühlgas versorgt werden. Die Leitungen 55 sind jeweils Zweigleitungen der Einzelleitungen 27, so daß bestimmte Umfangsbereiche des Folienschlauches 17 jeweils mit einheitlich gesteuertem zusätzlichem Kühlgas von innen und außen beaufschlagt werden.

In Figur 9 ist der Blaskopf 11, der Hauptkühlring 12 und der Zusatzkühlring 14 in gleicher Weise in Figur 5 gezeigt, gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern belegt, auf die

Beschreibung der Figur 5 wird insoweit Bezug genommen. Darüberhinaus ist im Inneren des Folienschlauches 17 die auf den Blaskopf 11 aufgesetzte Innenkühlvorrichtung 47 erkennbar, dessen unterstes Element der innere Zusatzkühlring 48 ist, der auf ein Zylinderrohr 56 innerhalb des Blaskopfes 11 ausgeschraubt ist. Innerhalb dieses Rohres 56 sind die Zuführleitungen 55 als Bohrungen ausgeführt. Der Zusatzkühlring 54 umfaßt Durchgangsbohrungen 57 zur Verbindung mit diesen Zuführungsleitungen 55 sowie in einer planen Fläche 58 ausgeführte Radialnuten 59, deren Enden die Einzeldüsen 54 bilden. Die Innenkühlvorrichtung 47 umfaßt weiterhin mehrere aufeinander gesetzte Scheibenelemente, von denen das untere eine plane Unterseite 60 aufweist, die die Radialnuten 59 nach oben abschießt, so daß einzelne Kühlgaskanäle gebildet werden. Die einzelnen Scheibenelemente bilden miteinander die Ringdüsen 49, 50 und sind durch Gitterhülsen miteinander verbunden. Zwischen der Segmentscheibe und dem Blaskopf 11 ist ein weiterer Isolier-ring 62 vorgesehen.

In Figur 10 sind die bereits in Figur 9 erkennbaren Einzelheiten vergrößert gezeigt, wobei insbesondere die Bildung der Zusatzkühlgasaustritte 54 durch den Zusatzkühlring 48 und das untere der Ringelemente der Innenkühlvorrichtung 47 sowie die Verbindung der Durchgangsbohrungen 57 mit den Zufuhrkanälen 55 deutlich wird.

In Figur 11 ist der innere Zusatzkühlring 48 mit den bereits genannten Einzelheiten Durchgangsbohrungen 57 und Radialnuten 59 gezeigt, die in einer planen Oberfläche 58 eingefräst sind. Diese Radialnuten 59 sind zumindest bis nahe an den Außenumfang durch Trennsteg 63 voneinander getrennt. Die Ringscheibe 48 hat eine Zentralöffnung 64 für die allgemeine Luftzuführung.

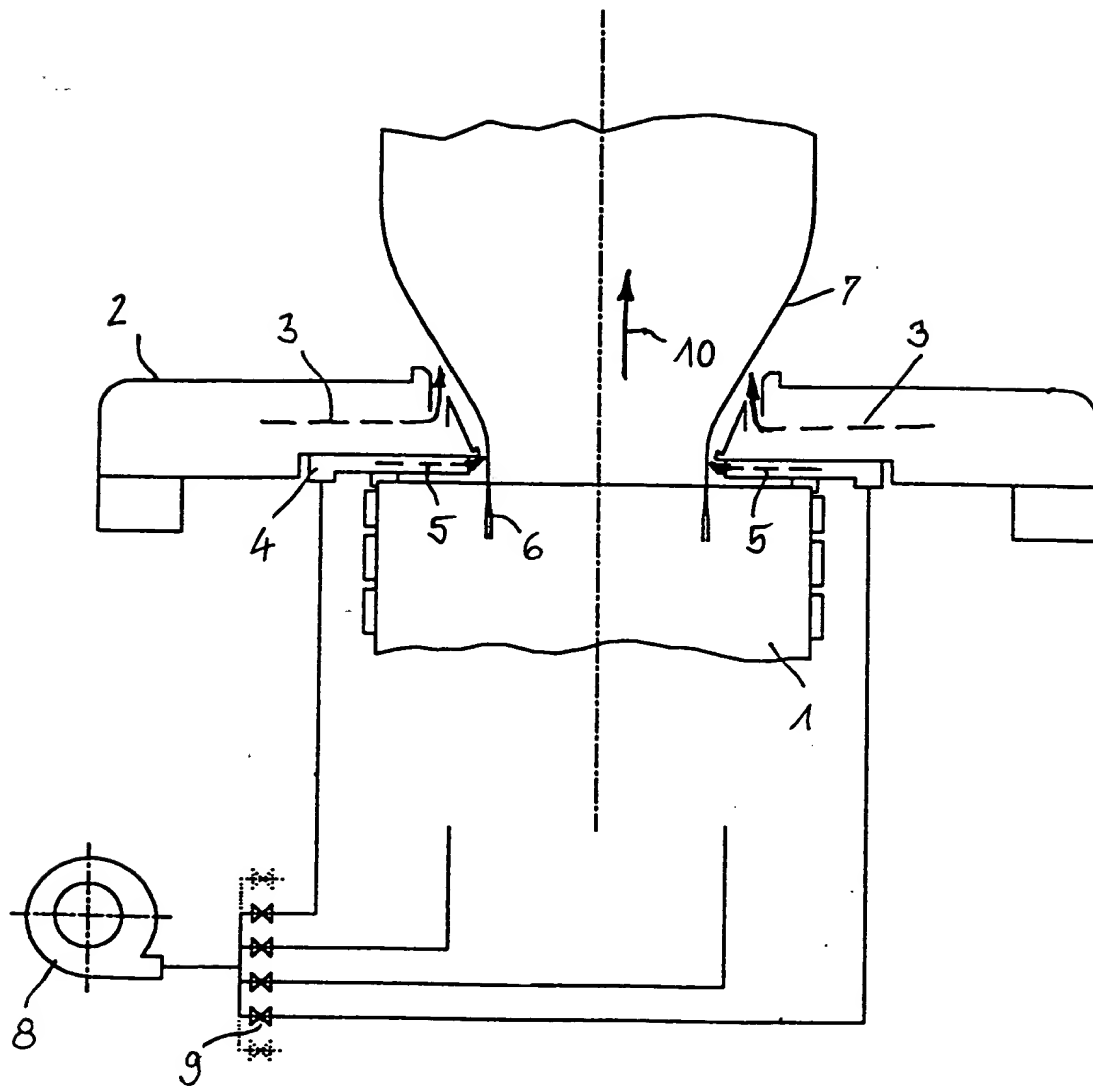


FIG. 1

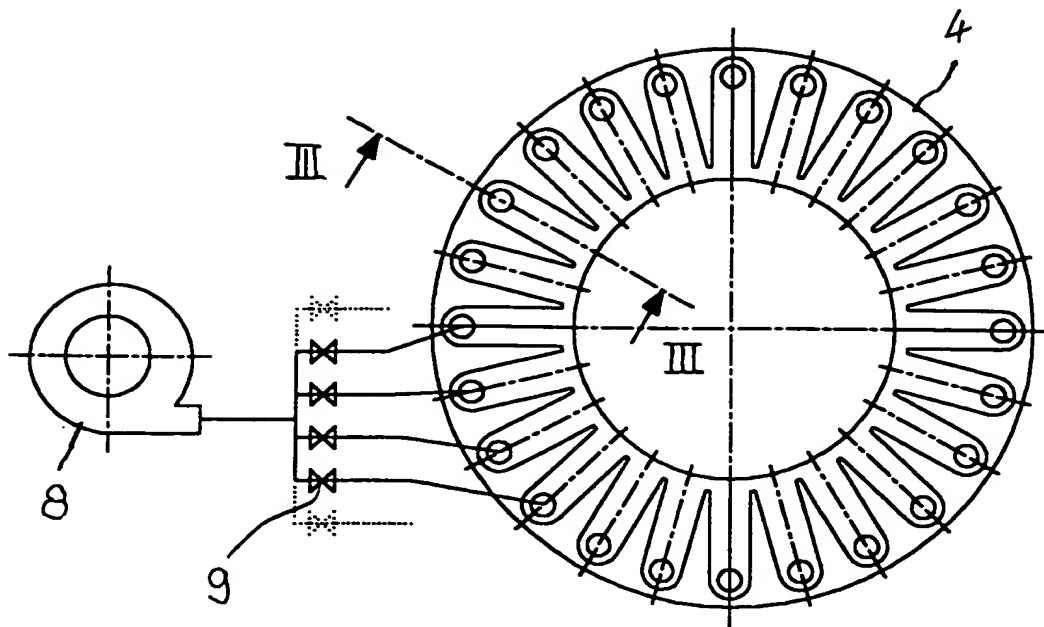


FIG. 2

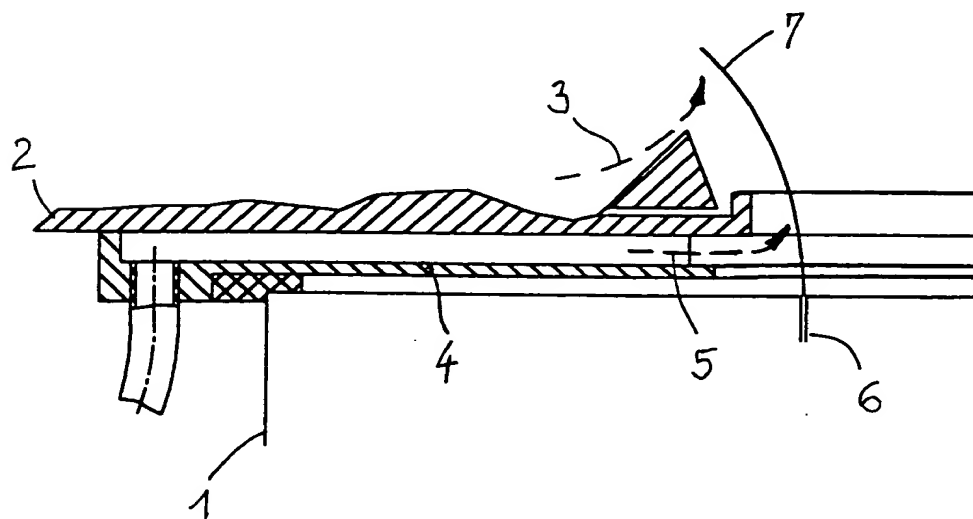


FIG. 3

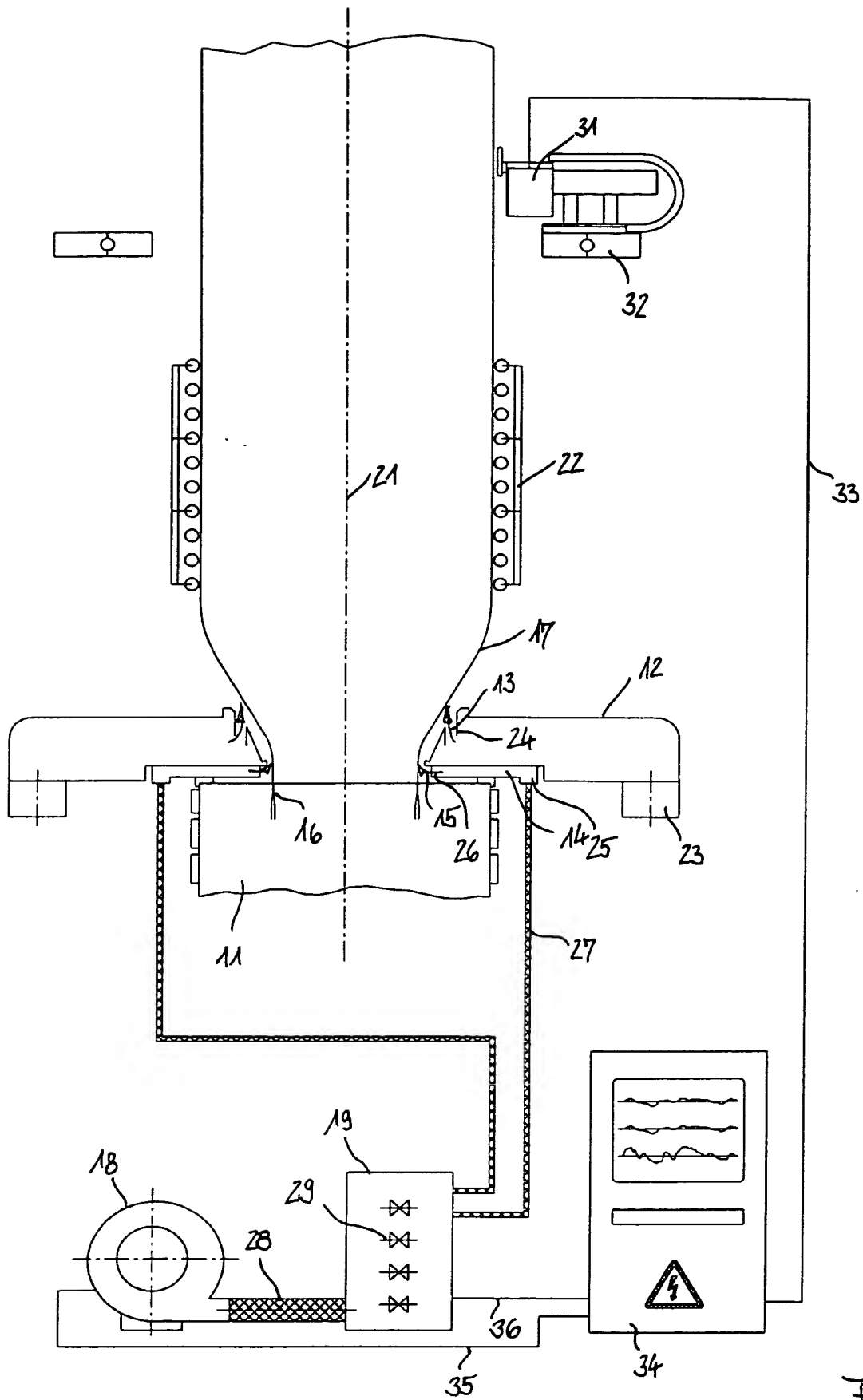
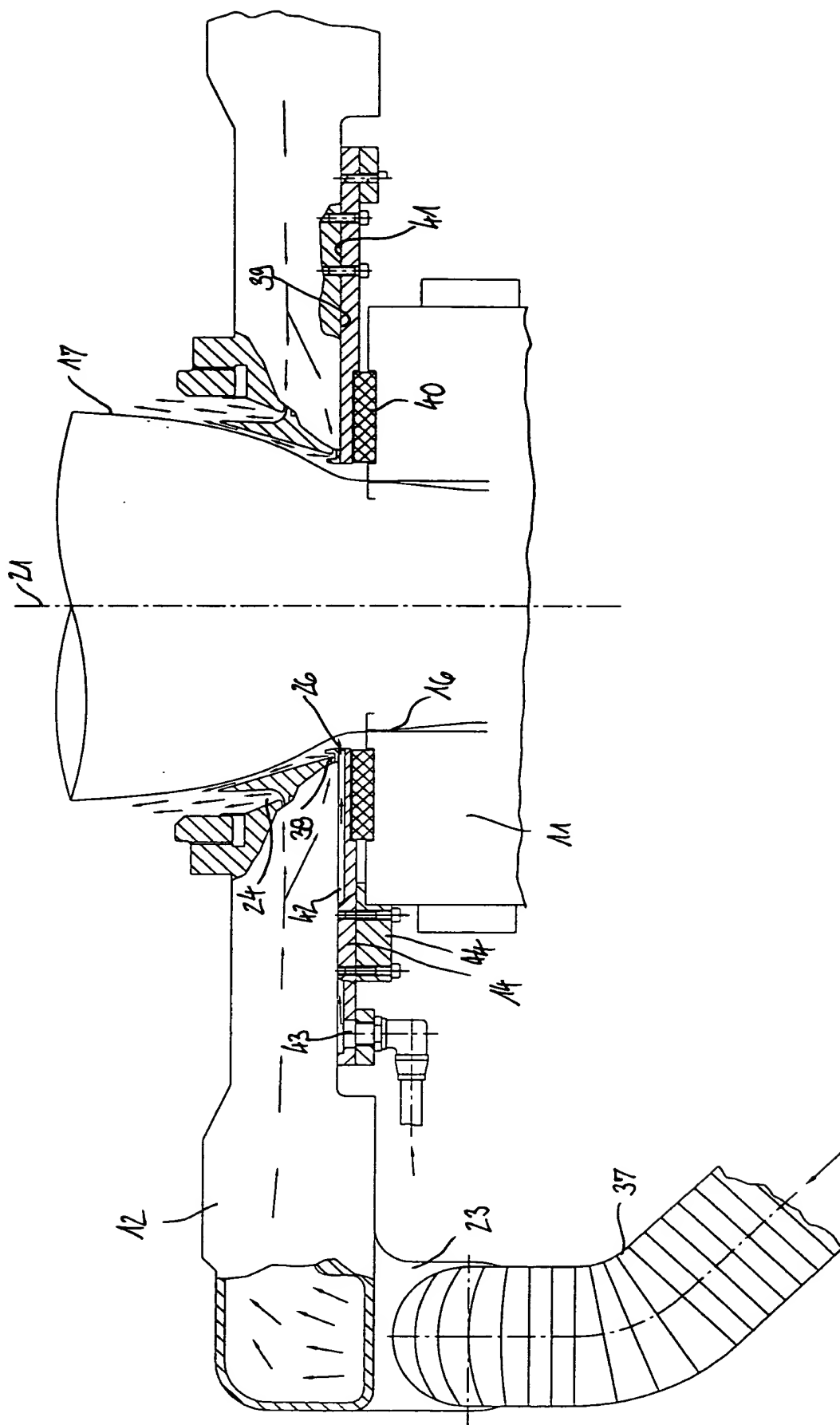


FIG. 4





551H

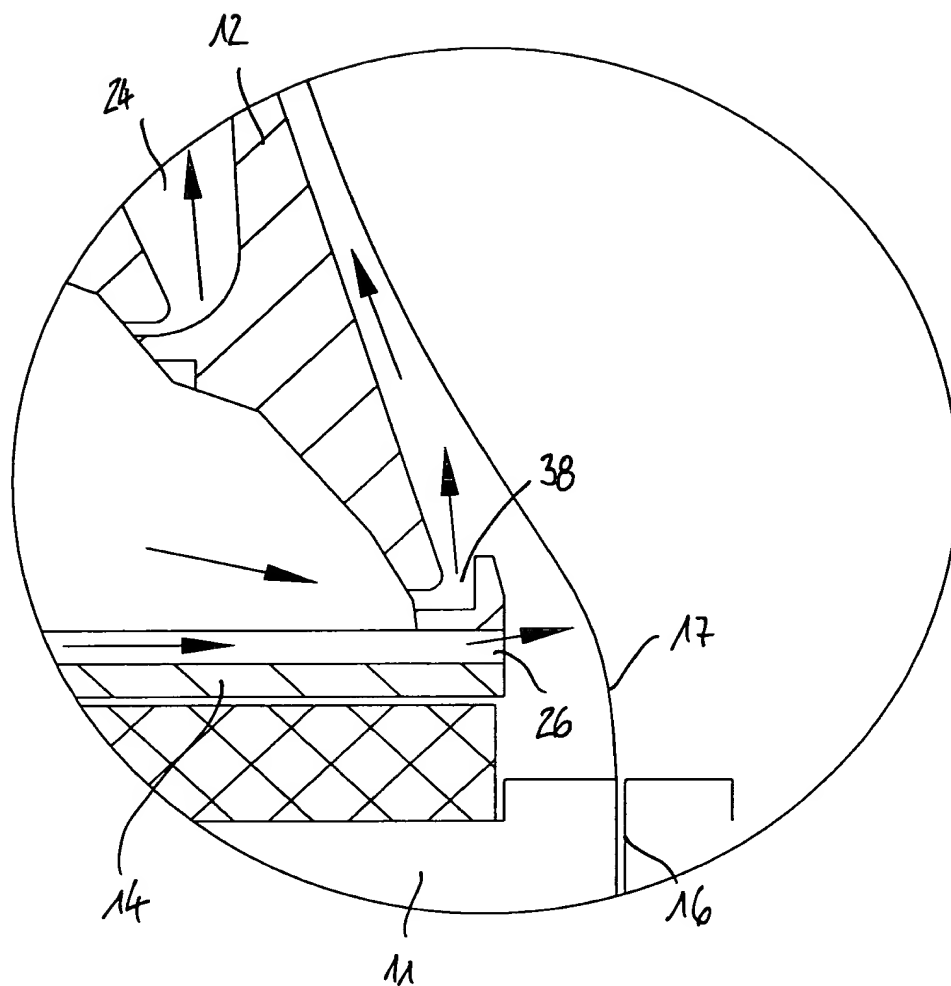


FIG. 6

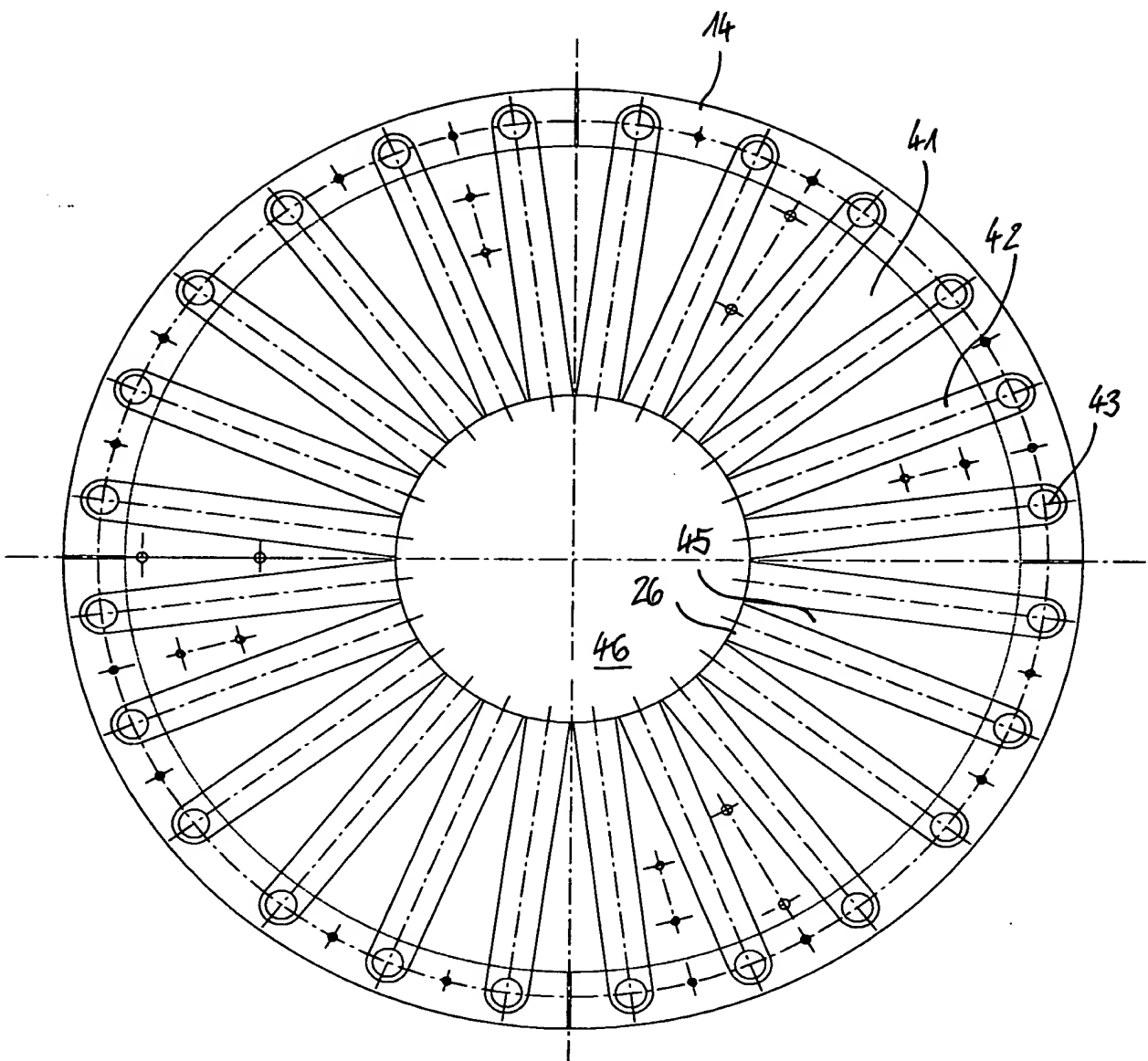


FIG. 7

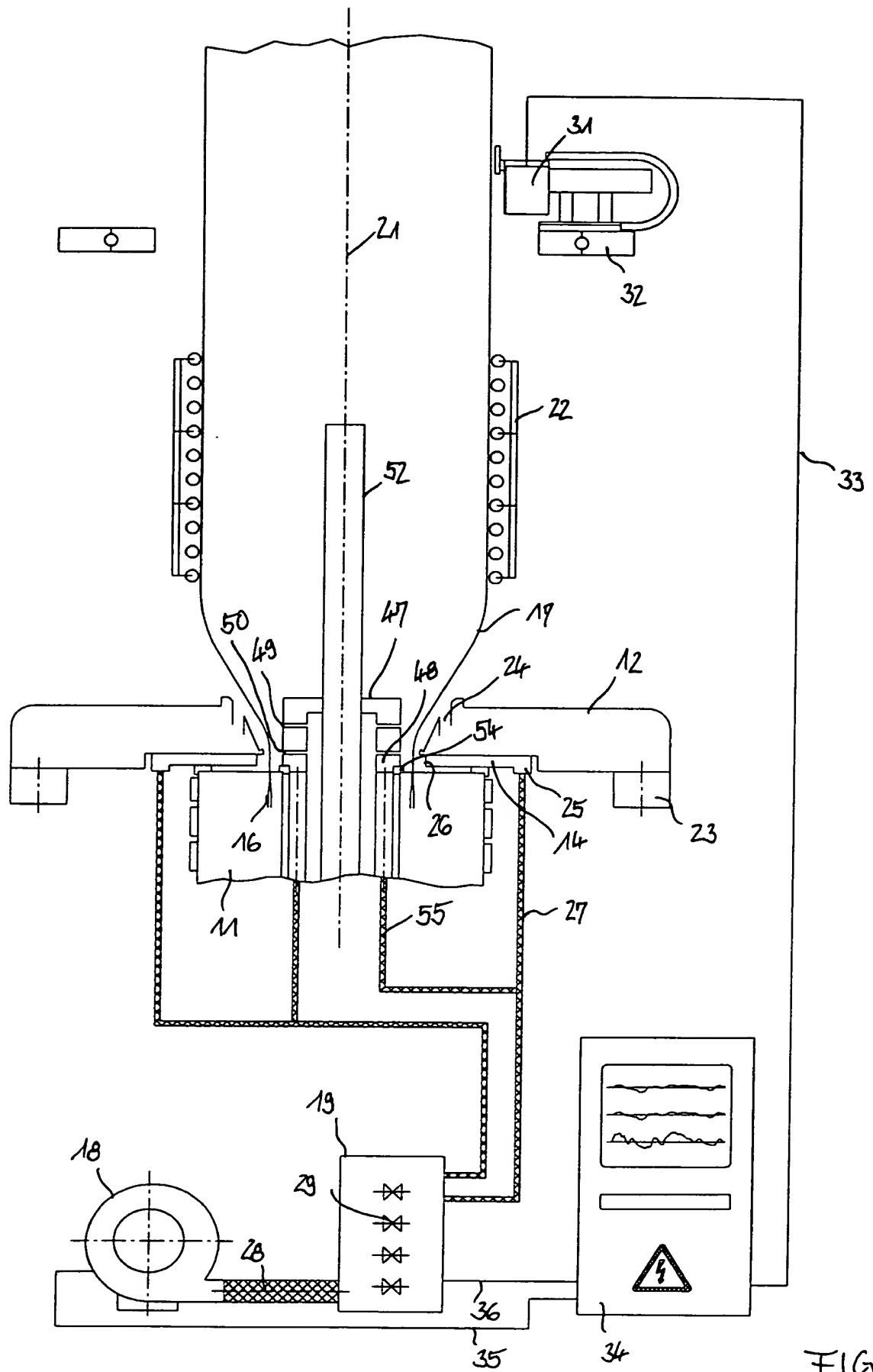


FIG. 8

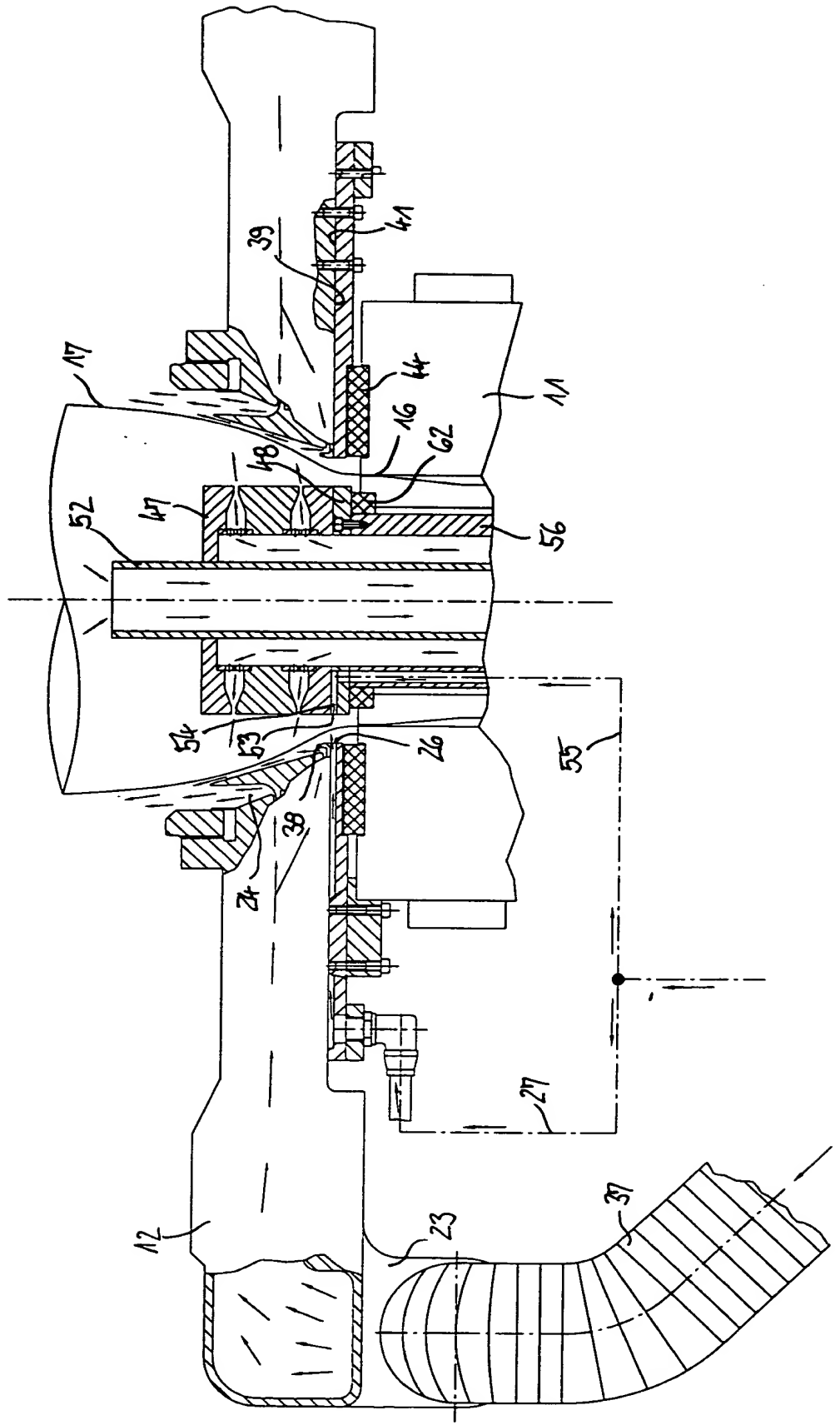


FIG. 9

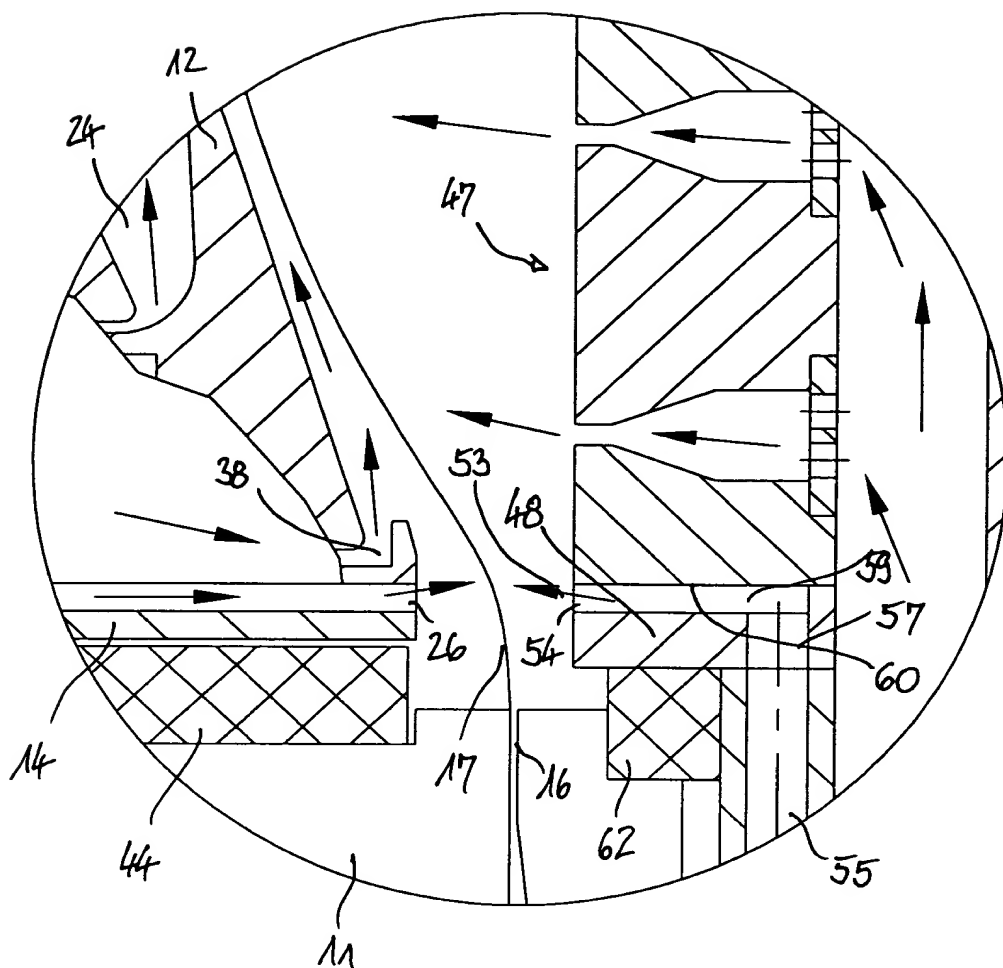


FIG. 10

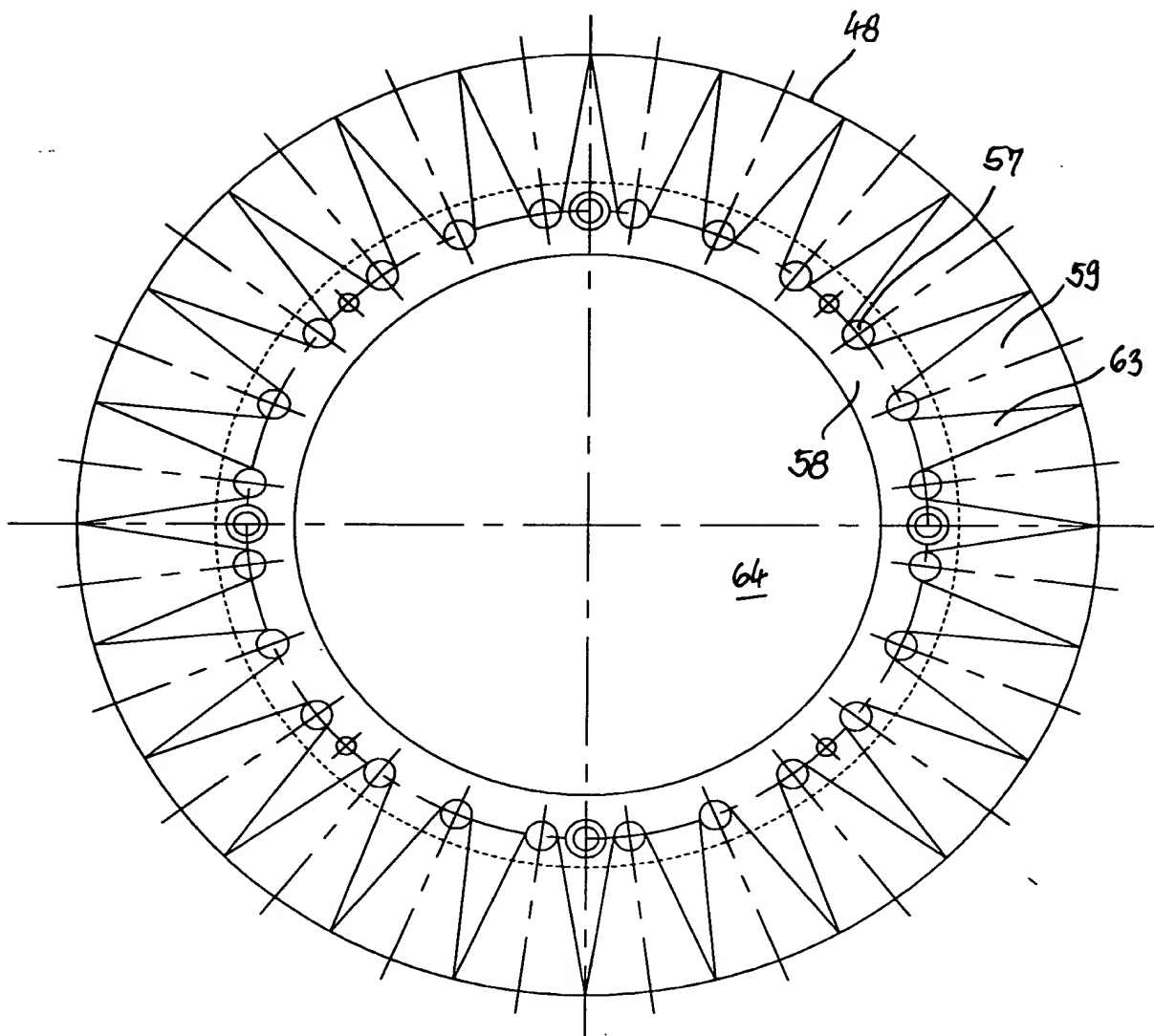


FIG. 11